

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-147099

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 5/00			G 0 6 F 15/68	3 1 0 J
G 0 6 F 15/18	5 5 0		15/18	5 5 0 G
H 0 4 N 1/407			H 0 4 N 1/40	1 0 1 E

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-305694

(22) 出願日 平成7年(1995)11月24日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72) 発明者 別所 美津子

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 佐野 耕一

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

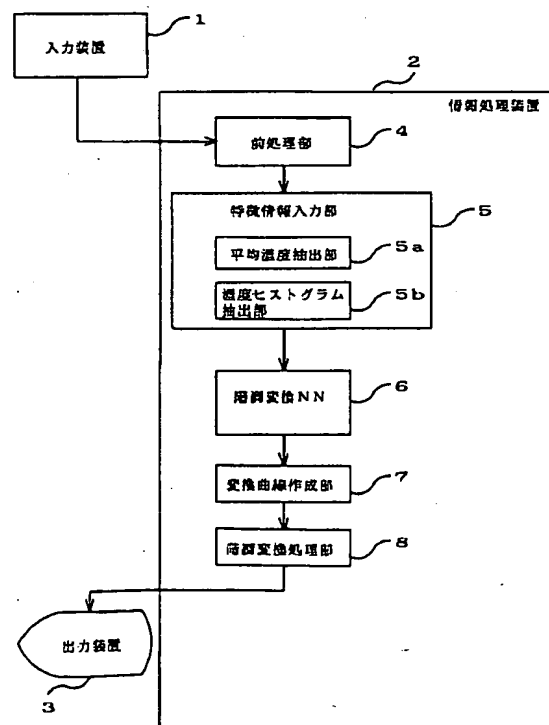
(74) 代理人 弁理士 磯村 雅俊

(54) 【発明の名称】 デジタル画像の階調変換処理システム

(57) 【要約】

【課題】 種々の好みに応じた画像を得るための階調変換処理に対応した各変換曲線を容易に作成できない点と、転送時の非可逆圧縮／伸長による原画像からの変化に伴う画像の階調変換処理後の劣化を回避できない点。

【解決手段】 デジタル画像の各画素値を変換曲線に基づいて階調変換するシステムであって、階調変換が完了したデジタル画像の階調を特徴付ける情報（特徴情報）を入力とし、この階調変換に用いた変換曲線の設定用パラメータを出力とする学習により予め作成した階調変換NN6と、この階調変換NN6に、新たな階調変換対象のデジタル画像の特徴情報を入力する特徴情報入力部5と、新たな特徴情報の入力に基づく階調変換ニューラルネット6の出力パラメータを用いて変換曲線を作成する変換曲線作成部7と、この変換曲線に基づき新たなデジタル画像の階調変換を行う階調変換処理部8とを少なくとも有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル画像の各画素値を変換曲線に基づいて階調変換するシステムであって、上記階調変換が完了したデジタル画像の階調を特徴付ける情報（特徴情報）を入力とし、該階調変換に用いた変換曲線の設定用パラメータを出力とする学習により予め作成した階調変換ニューラルネットと、新たな階調変換対象のデジタル画像の上記特徴情報を抽出して上記階調変換ニューラルネットに入力する特徴情報入力手段と、上記新たな特徴情報の入力に基づき上記階調変換ニューラルネットから出力されるパラメータを用いて上記変換曲線を作成する変換曲線作成手段と、該作成した変換曲線に基づいて上記新たなデジタル画像の階調変換を行う階調変換処理手段とを少なくとも有することを特徴とするデジタル画像の階調変換処理システム。

【請求項2】 請求項1に記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、上記特徴情報入力手段の前段に、上記デジタル画像のlog変換処理を行う手段を設けることを特徴とするデジタル画像の階調変換処理システム。

【請求項3】 請求項1、もしくは、請求項2のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、上記特徴情報入力手段は、上記デジタル画像を複数のブロックに分割した各ブロックの平均濃度値を求める手段を具備し、該各ブロックの平均濃度値を上記デジタル画像の特徴情報として入力することを特徴とするデジタル画像の階調変換処理システム。

【請求項4】 請求項1、もしくは、請求項2のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、上記特徴情報入力手段は、上記デジタル画像の濃度ヒストグラム情報を求める手段を具備し、該濃度ヒストグラム情報を上記デジタル画像の特徴情報として入力することを特徴とするデジタル画像の階調変換処理システム。

【請求項5】 請求項1から請求項4のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、上記階調変換処理手段により階調変換した上記デジタル画像をデータ化し、上記階調変換を施した変換画像データを作成する手段を設けることを特徴とするデジタル画像の階調変換処理システム。

【請求項6】 請求項5に記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、上記変換画像データを1バイト化処理する手段を設けることを特徴とするデジタル画像の階調変換処理システム。

【請求項7】 請求項5、もしくは、請求項6のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、上記変換画像データを圧縮する手段を設けることを特徴とするデジタル画像の階調変換処理システム。

【請求項8】 請求項5から請求項7のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、上

記変換画像データを、該変換画像データの階調変換に用いた変換曲線と対応付けて保存する手段を設けることを特徴とするデジタル画像の階調変換処理システム。

【請求項9】 請求項5から請求項8のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、上記変換曲線の逆変換曲線を作成する手段と、該逆変換曲線に基づいて、上記変換画像データの階調変換を行ない、新たな変換画像データを作成する手段を設けることを特徴とするデジタル画像の階調変換処理システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル画像の階調変換技術に係り、特に、DR(Digital Radiography)装置などで撮影するデジタル画像の階調調整を、効率良く行なうのに好適なデジタル画像の階調変換処理システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】階調変換処理とは、例えば、1画素2バイトの画像データを1バイト化するというような処理とは異なり、原画像の画素値（入力値）をどの出力値に変換するかという画素値の入出力関係を表す変換曲線に基づいて各画素を変換する処理である。この変換曲線の設定を変更することにより、階調変換処理された画像の階調が変わる。そこで、画像の観察者は、所望の階調変換処理結果を得るために、その画像を観察しながら変換曲線を直接設定したり、あるいは、予め用意されている複数のパラメータを変化させることによって変換曲線を設定している。しかし、このように、観察者が変換曲線を設定する技術は、観察者への負担が大きい。

【0003】このような観察者の設定による階調変換処理ではなく、原画像のデータに基づいて、自動的に変換曲線を設定して階調変換する技術が、例えば、特開昭63-42575号公報（特願昭61-187379号）に記載されている。この技術では、予め基本の変換曲線を用意しておき、各画像データの濃度ヒストグラムに基づいて、各画像データの特徴を反映するように基本曲線を変形する処理を行なって、変換曲線を作成している。

【0004】このように自動的に階調変換を行なう技術では、観察者に負担はかからない。しかし、この技術においては、基本曲線を用意する他に細かいパラメータの設定がなされている。そのため、例えば、医用画像診断での画像の観察のように、観察者毎あるいは施設毎に、観察しやすいと判断する画像の性質が異なる場合、従来の自動階調変換処理では、観察者毎あるいは施設毎にパラメータの調整を行なわなければならない、調整が困難である。

【0005】また、このようなデジタル画像を、遠隔地で階調変換処理して観察するために、ネットワークを介してオリジナルのデジタル画像を転送する場合がある。このような場合、デジタル画像をそのまま転送す

るとデータ量が膨大で時間がかかってしまうため、静止画像符号化方式（Joint Photographic Expert Group: J P E G）などで画像圧縮して転送し、転送先で伸長する技術が用いられている。また、オリジナルの画像データの情報量が大きい場合は、情報量を圧縮した圧縮データを作成し、その圧縮データをさらにJ P E Gなどの圧縮を行って転送するというも行われている。例えばオリジナルの画像データが2バイトの場合、まず1バイトに圧縮したデータを作成し、この1バイト圧縮データをさらにJ P E G圧縮して転送するものである。

【0006】このJ P E G圧縮は非可逆圧縮であるため、デジタル画像を圧縮・転送し、転送先で伸長して観察する場合、伸長後の画質は圧縮前と多少異なる。圧縮前の画像（原画像）と伸長後の画像（伸長画像）をそのままの状態と比較・利用する場合、画質の劣化は問題ない程度におさえられる。しかし、医用画像においては、撮影した画像をそのまま観察するよりも、階調変換処理あるいは強調処理などを加えたり、注目部を拡大して観察することが多い。このような階調変換処理や強調処理は、画像撮影装置で撮影された画像を、より診断しやすいように変換するという目的で行われる。

【0007】このような処理を伸長画像に施すと、同じ処理を原画像（オリジナル画像）に施した時との差が際立ってしまう。例えば、伸長画像に階調変換処理と拡大処理をするような場合、拡大後の画像における類似階調の部分に格子（ブロック）状の部分が見われたりするなどの劣化が目立ち、診断に適さなくなることがある。特に、オリジナルの画像データの圧縮データを作成した後さらにJ P E G圧縮を加えて転送する場合においては、伸長画像は圧縮を重ねた後のデータになるため、階調変換をして観察する場合の劣化はさらに目立つことになる。このように、オリジナル画像データの直接圧縮は、観察に重要なデータ部の欠落が起きる危険があるため、このような転送・伸長後の画像データと変換曲線からは、オリジナル画像から直接階調変換した画像（変換画像データ）に近い画像を再現することは困難である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】解決しようとする問題点は、従来の技術では、自動階調変換処理を行なうためには、基本の変換曲線（基本曲線）を用意し、かつ、予め、画像データの濃度ヒストグラムに対応して、この基本曲線を、所望の画像データを得るのに適切な変形曲線に自動的に変形するための細かなパラメタの設定が必要であり、多数の観察者や観察施設のそれぞれ異なる好みに応じた画像を得るための階調変換処理に対応した各変換曲線を容易に作成できない点と、転送時等の非可逆圧縮／伸長による原画像からの変化に伴う画像の階調変換処理後の劣化を回避することができない点である。本発明の目的は、これら従来技術の課題を解決し、それぞれ所望する画像データの特徴が異なる多数の観察者や施設

毎に対応した自動階調変換処理の実行を容易とすると共に、遠隔地等での高精度な階調変換画像の観察を可能とする階調変換処理システムを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の階調変換処理システムは、（1）デジタル画像の各画素値を変換曲線に基づいて階調変換するシステムであって、階調変換が完了したデジタル画像の階調を特徴付ける情報（特徴情報）を入力とし、この階調変換に用いた変換曲線の設定用パラメータを出力とする学習により予め作成した階調変換ニューラルネット6と、新たな階調変換対象のデジタル画像の特徴情報を抽出して階調変換ニューラルネット6に入力する特徴情報入力部5と、新たな特徴情報の入力に基づき階調変換ニューラルネット6から出力されるパラメータを用いて変換曲線を作成する変換曲線作成部7と、この作成した変換曲線に基づいて新たなデジタル画像の階調変換を行う階調変換処理部8とを少なくとも有することを特徴とする。また、（2）上記（1）に記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、特徴情報入力部5の前段に、デジタル画像のlog変換処理を行う前処理部4を設けることを特徴とする。また、（3）上記

（1）、もしくは、（2）のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、特徴情報入力部5は、デジタル画像を複数のブロックに分割した各ブロックの平均濃度値を求める平均濃度算出部5aを具備し、この各ブロックの平均濃度値をデジタル画像の特徴情報として入力することを特徴とする。また、

（4）上記（1）、もしくは、（2）のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、特徴情報入力部5は、デジタル画像の濃度ヒストグラム情報を求める濃度ヒストグラム算出部5bを具備し、この濃度ヒストグラム情報をデジタル画像の特徴情報として入力することを特徴とする。また、（5）上記

（1）から（4）のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、階調変換処理部8により階調変換したデジタル画像をデータ化し、階調変換を施した変換画像データを作成する変換画像データ作成部9を設けることを特徴とする。また、（6）上記

（5）に記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、変換画像データを1バイト化処理する1バイト化処理部10を設けることを特徴とする。また、

（7）上記（5）、もしくは、（6）のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、変換画像データを圧縮する手段（J P E G圧縮部11）を設けることを特徴とする。また、（8）上記（5）から（7）のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、変換画像データを、この変換画像データの階調変換に用いた変換曲線と対応付けて保存する変換画像データ・変換曲線保存部12を設けることを

特徴とする。また、(9) 上記 (5) から (8) のいずれかに記載のデジタル画像の階調変換処理システムにおいて、変換曲線の逆変換曲線を作成する逆変換曲線作成部 13 と、この逆変換曲線に基づいて、変換画像データの階調変換を行ない、新たな変換画像データを作成する逆変換画像データ作成部 14 を設けることを特徴とする。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】本発明においては、デジタル画像の階調変換に用いる変換曲線の作成に必要なパラメータの算出に、ニューラルネットを用いている。すなわち、デジタル画像の特徴に基づく値、例えば濃度ヒストグラムに基づく特徴量を入力すると、所望の変換曲線を設定するためのパラメータを推定して出力するように、階調変換ニューラルネット（以下、階調変換 NN と略記する）を作成する。このようにして作成した階調変換 NN に、デジタル画像の濃度ヒストグラムに基づく特徴量を入力すると、所望の変換曲線を設定するための適切なパラメータが推定されて出力され、このパラメータを用いて変換曲線を設定することができる。

【0011】このように、各観察者あるいは観察施設毎に学習データを用意して、階調変換 NN の学習を行っておけば、それぞれの変換の好みに応じた画質を得るための変換曲線を容易に設定することができ、観察者に変換曲線設定の負担をかけることなく、かつ、観察者の好みに応じた適切な階調変換処理を行なうことができる。尚、入力値は、濃度ヒストグラムに限らず、画像データを複数のブロックに分割した各ブロックの平均濃度値から構成される濃度パターンや、デジタル画像データに  $\log$  変換を行なった後の画像データの濃度ヒストグラムからも求めることができ、かつ、これらの組合せから設定することもできる。

【0012】また、本発明においては、例えば遠隔地で画像観察を行なうために、画像データを転送する場合、オリジナル画像に階調変換処理を施した後に、転送を行なう。すなわち、まず、階調変換処理を施した変換画像データを生成し、この変換画像データを、例えば、1 バイト化し、さらにその後 J P E G などの技術で圧縮して転送する。尚、1 バイト化する必要がない場合は、変換画像データを直接圧縮する。遠隔地では、転送されてきた変換画像データを伸長し、画像表示等することにより、階調変換された画像を観察する。このように、本発明では、従来技術のようにオリジナルの画像を圧縮・転送・伸長するのではなく、階調変換した画像データを圧縮・転送・伸長するので、遠隔地で伸長した画像データは、転送前の変換画像データと、同等な画質となる。

【0013】さらに、本発明においては、階調変換時に作成された変換曲線を保存するので、この変換曲線の逆変換曲線を作成し、この逆変換曲線を用いて、変換画像データに対して階調変換し、新たな画像データを作成す

ることができる。例えば、ある画像データ A を変換曲線 B で階調変換して変換画像データ C をまず作成し、次に、この画像データ C を圧縮・伸長した画像データ D に対して変換曲線 B の逆変換曲線 b を用いて階調変換する。このことにより、画像データ A そのものを圧縮・伸長した画像データに類似した画像データ a を作成できる。ここで、保存する変換曲線は、変換曲線を決定できる複数のパラメータであっても良い。

【0014】このようにして、観察に重要な変換画像データを圧縮・転送・伸長することにより、劣化が少ない状態で転送でき、さらに、変換曲線の情報も同時に転送することによって、オリジナル画像にほぼ近い画像も復元することができる。また、オリジナル画像データと変換画像データの 2 枚を圧縮・転送するよりもデータ量が少なく済む。尚、オリジナルに近い画像を再現する必要がない場合は、変換曲線を保存・転送する必要はない。

#### 【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例を、図面により詳細に説明する。図 1 は、本発明のデジタル画像の階調変換処理システムの本発明に係る構成の第 1 の実施例を示すブロック図であり、図 2 は、図 1 における階調変換処理システムの本発明に係る階調変換処理動作例を示すフローチャートである。図 1 において、1 はデジタル画像データを読み取る入力装置、2 は図示していない C P U (Central Processing Unit) やメモリを具備し蓄積プログラム方式により入力装置 1 で読み取ったデジタル画像データに対する本発明に係る処理を行なう情報処理装置、3 は入力装置 1 で読み取ったデジタル画像データに対する情報処理装置 2 の処理結果を出力する出力装置である。

【0016】情報処理装置 2 は、入力装置 1 で読み取ったデジタル画像データに対して  $\log$  変換処理を行う前処理部 4 と、前処理部 4 からデジタル画像データを入力して、このデジタル画像データの階調を特徴付ける情報（特徴情報）を抽出する特徴情報入力部 5 と、特徴情報入力部 5 から特徴情報を入力して、予め学習した結果に基づき、対応するパラメータを出力する階調変換 NN（ニューラルネット）6 と、階調変換 NN 6 の出力パラメータに基づきデジタル画像の階調変換に用いる変換曲線を作成する変換曲線作成部 7 と、変換曲線作成部 7 で作成した変換曲線に基づき、入力装置 1 で読み取ったデジタル画像データに対する階調変換を行なう階調変換処理部 8 とにより構成されている。

【0017】また、特徴情報入力部 5 は、デジタル画像を複数のブロックに分割して各ブロックの平均濃度値を求める平均濃度抽出部 5 a と、デジタル画像の濃度ヒストグラム情報を求める濃度ヒストグラム抽出部 5 b を具備し、各ブロックの平均濃度値、もしくは、濃度ヒストグラム情報のいずれかをデジタル画像の特徴情報

として抽出する。そして、階調変換NN6は、予め、階調変換が完了したデジタル画像の特徴情報（各ブロックの平均濃度値、もしくは、濃度ヒストグラム情報）を入力とし、この階調変換に用いた変換曲線の設定用パラメータを出力とするように、学習して作成する。

【0018】このような構成により、本実施例のシステムでは、図2に示すように、デジタル画像データからその階調に係る特徴情報を入力パラメータとして作成し（ステップ201）、その入力パラメータに基づいて、変換するデジタル画像データに適切な階調変換処理を行なうための変換曲線の設定用パラメータを推定し（ステップ202）、この推定した変換曲線パラメータから変換曲線を作成し（ステップ203）、この変換曲線を用いて、デジタル画像データに階調変換処理を行なう（ステップ204）。尚、本実施例では、入力パラメータとしてのヒストグラムやブロックを作成する前に、デジタル画像データをlog変換している。また、このような前処理としてエッジ強調処理を行なっても良い。

【0019】以下、図1におけるデジタル画像の階調変換処理システムの各部の詳細を説明する。まず、階調変換NN6に関して、図3を用いて説明する。図3は、図1における階調変換NNの構成例を示すブロック図である。予め、多数のオリジナル画像データ、および、各画像データを観察するのに適切な階調変換を行なう際の変換曲線データを用意し、変換曲線データから変換曲線を設定するための変換パラメータ32を抽出しておく。元々用意されたパラメータに基づいて変換曲線が設定されている場合は、そのままそのパラメータを変換パラメータ32に用いることもできる。

【0020】また、各オリジナル画像データから階調変換NN6の学習に必要な入力パラメータ31を作成し、この入力パラメータ31および出力用の変換パラメータ32で学習を行ない、階調変換NN6を作成しておく。尚、ニューラルネットの構造は3層であり、学習はバックプロパゲーションで行なうが、中間層は多層にすることもできる。変換パラメータ32としては、例えば、図4に示すような、あるデジタル画像データの変換曲線41の出力値を「0」にする入力値の最大値 $T_{min4}$ と、出力値を最大にする入力値の最小値 $T_{max4}$ と、および $T_{min4} - T_{max4}$ 間をどのような形状のカーブで連結するかを表す形状カーブパラメータ $\alpha_{4.4}$ の3つとする。その他として、変換曲線41の変曲点の座標を変換パラメータ32にしたり、変換曲線41を予め定めた複数の直線で近似した際の直線の交点の座標などを用いることもできる。

【0021】尚、同じ撮影部位あるいは撮影方法などの類似性質を持つ画像間においては、変換曲線は類似した形状を示す場合が多い。このことから、階調変換NNの構造は、1つの階調変換NNでデジタル画像の特徴に基づく値の入力から直接変換曲線を設定するパラメータ

を推定・出力する構造の他に、複数のニューラルネットを組み合わせ、最終的に変換曲線の設定パラメータを推定・出力することもできる。例えば、類似変換曲線の特徴を持つ画像グループに分類する第1のニューラルネットと、この第1のニューラルネットで分類した各画像グループ毎に変換曲線の設定パラメータを推定・出力するニューラルネットを用意して、変換曲線を設定することもできる。

【0022】その結果、図1の階調変換NN6の構成は、図3(a)に示すような1つのニューラルネットで変換パラメータ32を推定する他に、図3(b)に示すような、複数のニューラルネットで段階的に推定していく構成でも良い。例えば、類似する変換曲線の形状を示す画像グループに分類するための画像分類NN6bで画像データを分類し、各グループ毎の階調変換曲線推定NN6cで変換パラメータを推定・出力する構成である。

【0023】次に、図1の特徴情報入力部5に関して、図5を用いて説明する。図1の特徴情報入力部5は、階調変換を行なうデジタル画像データから、図4の入力パラメータ31を作成する。図3の入力パラメータ31は、図1の濃度ヒストグラム抽出部5bにより、例えば、図5(a)に示すデジタル画像の濃度ヒストグラム51の最小値 $P_{min5}$ 、最大値 $P_{max5}$ 、頻度の最大位置における画素値 $P_{hmax5}$ にする。さらに、図5(b)に示すデジタル画像の濃度累積ヒストグラム55の頻度のx%に対応する画素値を $P_x$ とする時、xとして10、20、30、50、70、90に対応する6つ（360～365）も入力パラメータ31にする。また、平均濃度抽出部5aにより、この他の入力パラメータ31として、デジタル画像データを複数のブロックに分け、各ブロックの平均濃度値・濃度の標準偏差値や、ブロック間の平均濃度値の偏差・平均濃度の標準偏差値等を正規化した値を用いる。

【0024】このような入力パラメータに基づき、図1の階調変換NN6は、図3の変換パラメータ32（図4における $T_{min4}$ 、 $T_{max4}$ 、形状カーブパラメータ $\alpha_{4.4}$ に相当する）を出力し、図1の変換曲線作成部7は、この図1の階調変換NN6から出力された図3の変換パラメータ32に基づき、図4の変換曲線41を作成する。そして、図1の階調変換処理部8は、図1の変換曲線作成部7で作成した図4に示す変換曲線41に基づいて、デジタル画像データの階調変換処理を行なう。

【0025】このようにして、本第1の実施例によれば、階調変換NN6に、デジタル画像の濃度ヒストグラム等に基づく特徴量を入力すると、所望の変換曲線を設定するための適切なパラメータが推定されて出力され、このパラメータを用いて変換曲線を設定することができる。このことにより、各観察者あるいは観察施設毎に学習データを用意して、階調変換NNの学習を行って

おけば、それぞれの変換の好みに応じた画質を得るための変換曲線を容易に設定することができ、観察者に変換曲線設定の負担をかけることなく、かつ、観察者の好みに応じた適切な階調変換処理を行なうことができる。

【0026】次に、図6および図7を用いて、第1の実施例で図1の出力装置に出力された階調変換後のデジタル画像を、遠隔地で高品質に観察することを可能とする本発明に係る技術を説明する。図6は、本発明のデジタル画像の階調変換処理システムの本発明に係る構成の第2の実施例を示すブロック図であり、図7は、図6における階調変換処理システムの本発明に係る階調変換処理動作例を示すフローチャートである。

【0027】本実施例における情報処理装置2aは、図1における情報処理装置2の構成(前処理部4、特徴情報入力部5、階調変換NN6、変換曲線作成部7、階調変換処理部8)に加えて、変換曲線に基づいて階調変換したデジタル画像をデータ化し、階調変換を施した変換画像データを作成する変換画像データ作成部9と、この作成した変換画像データを1バイト化処理する1バイト化処理部10と、1バイト化した変換画像データをさらにJPEG圧縮するJPEG圧縮部11と、変換画像データを、この変換画像データの階調変換に用いた変換曲線と対応付けて保存する変換画像データ・変換曲線保存部12と、変換曲線の逆変換曲線を作成する逆変換曲線作成部13と、この逆変換曲線に基づいて、変換画像データの階調変換を行ない、新たな変換画像データを作成する逆変換画像データ作成部14とを設けた構成となっている。

【0028】このような構成により、本実施例の階調変換処理システムでは、図7に示すように、まず、図1に基づき説明した階調変換処理により作成された変換画像から、図6の変換画像データ作成部9により、変換画像データを作成する(ステップ701、702)。次に、図6の1バイト化処理部10により、この変換画像データを1バイト化処理する(ステップ703、704)。そして、図6のJPEG圧縮部11により、1バイト化した変換画像データをさらにJPEG等により圧縮する(ステップ705、706)。

【0029】このように、オリジナルの画像ではなく、変換画像データを圧縮することにより、例えば、圧縮した変換画像データを遠隔地に転送し、その転送先で伸長した場合にも、劣化のない変換画像を出力することができ、遠隔地においても、転送前の変換画像データと同等な画質の画像観察を行なうことができる。さらに、変換画像データ・変換曲線保存部12に保存した変換曲線の情報も同時に転送することによって、オリジナル画像にほぼ近い画像も復元することができる。この場合、オリジナル画像データと変換画像データの2枚を圧縮・転送するよりもデータ量が少なくて済む。

【0030】すなわち、逆変換曲線作成部13により、

変換画像データ・変換曲線保存部12に保存した変換曲線の逆変換曲線を作成し、そして逆変換画像データ作成部14により、この逆変換曲線を用いて、変換画像データに対して階調変換し、新たな画像データを作成することができる。この処理を遠隔地で行なうことにより、オリジナルの画像データそのものを圧縮・伸長した画像データに類似した画像データを遠隔地で作成できる。尚、変換画像データ・変換曲線保存部12で保存する変換曲線は、変換曲線を決定できる複数のパラメータであっても良い。また、オリジナルに近い画像を再現する必要がある場合は、変換曲線を保存・転送する必要はない。

【0031】以上、図1～図7を用いて説明したように、本実施例のデジタル画像の階調変換処理システムでは、階調変換曲線の作成に必要なパラメータの算出に、ニューラルネットを用いるので、各観察者あるいは観察施設毎に学習データを用意して、階調変換NNの学習を行っておけば、それぞれの変換の好みに応じた画質を得るための変換曲線を容易に設定することができる。この結果、観察者に変換曲線設定の負担をかけることなく、かつ、観察者あるいは観察施設の好みに応じた適切な階調変換処理を行なうことができる。また、階調変換後の変換画像データを圧縮して転送等するので、転送先で、伸長画像に対して圧縮前の画像間との劣化が目立つような変換処理を行う必要がなくなる。

【0032】尚、本発明は、図1～図7を用いて説明した実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能である。例えば、本実施例では、図6の変換画像データ作成部9により、変換画像データを作成しているが、図1の変換曲線作成部7での処理において、階調変換後の変換画像データを作成することでも良い。また、本実施例では、圧縮処理はJPEG圧縮としているが、他の可逆/非可逆圧縮方法でも構わない。また、オリジナルのデジタル画像データが1バイトよりも小さい画像データの場合は、画像データを1バイト化する必要はない。また、変換画像データの圧縮は、転送のために有効なだけでなく、記憶装置の容量確保のためにも有効である。

【0033】

【発明の効果】本発明によれば、多数の観察者や観察施設のそれぞれ異なる好みに応じた画像を得るための階調変換処理に対応した各変換曲線を容易に作成でき、DR(Digital Radiography)装置などで撮影するデジタル画像の階調調整を、効率良く行なうことが可能となると共に、転送時等の非可逆圧縮/伸長による原画像からの変化に伴う画像の階調変換処理後の劣化を回避でき、遠隔地等での高精度な階調変換画像の観察が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のデジタル画像の階調変換処理システムの本発明に係る構成の第1の実施例を示すブロック図である。

【図2】図1における階調変換処理システムの本発明に係る階調変換処理動作例を示すフローチャートである。

【図3】図1における階調変換NNの構成例を示すブロック図である。

【図4】図1における階調変換NNの変換パラメータと変換曲線との関連付けの一例を示す説明図である。

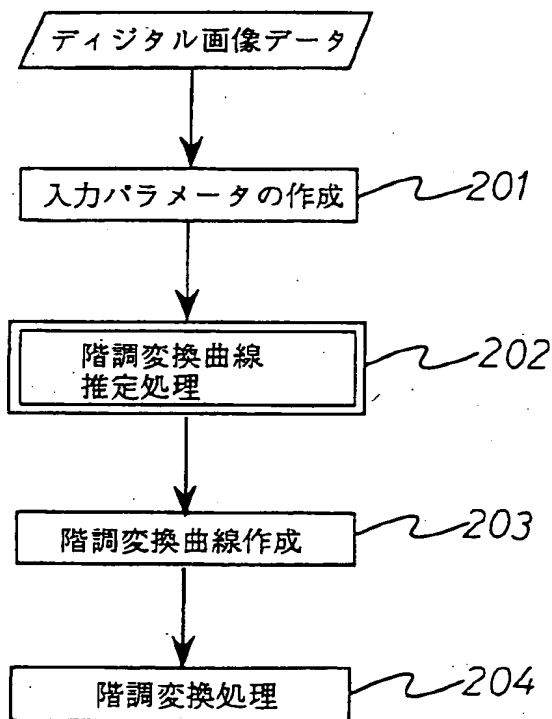
【図5】図1における階調変換NNの入力パラメータとなるデジタル画像の特徴情報としての濃度ヒストグラムの一例を示す説明図である。

【図6】本発明のデジタル画像の階調変換処理システムの本発明に係る構成の第2の実施例を示すブロック図である。

【図7】図6における階調変換処理システムの本発明に係る階調変換処理動作例を示すフローチャートである。

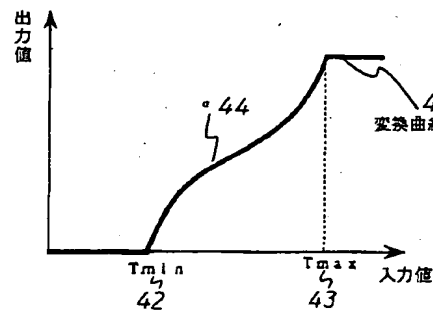
【符号の説明】

【図2】

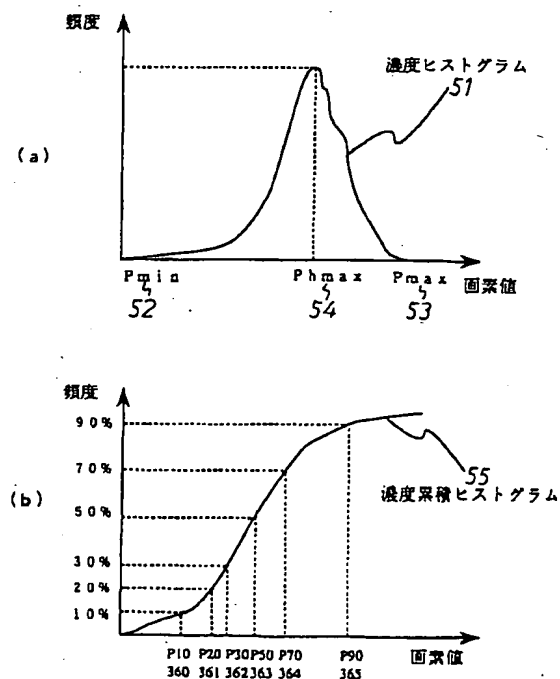


1: 入力装置、2, 2a: 情報処理装置、3: 出力装置、4: 前処理部、5: 特徴情報入力部、5a: 平均濃度抽出部、5b: 濃度ヒストグラム抽出部、6, 6a: 階調変換NN、6b: 画像分類NN、6c: 階調変換曲線推定NN、7: 変換曲線作成部、8: 階調変換処理部、9: 変換画像データ作成部、10: 1バイト化処理部、11: JPEG圧縮部、12: 変換画像データ・変換曲線保存部、13: 逆変換曲線作成部、14: 逆変換画像データ作成部、31: 入力パラメータ、32: 変換パラメータ、41: 変換曲線、42:  $T_{min}$ 、43:  $T_{max}$ 、44: 形状カーブパラメータ $\alpha$ 、51: 濃度ヒストグラム、52: 濃度ヒストグラムの最小値 $P_{min}$ 、53: 濃度ヒストグラムの最大値 $P_{max}$ 、54: 頻度の最大位置における画素値 $P_{hmax}$ 、55: 濃度累積ヒストグラム。

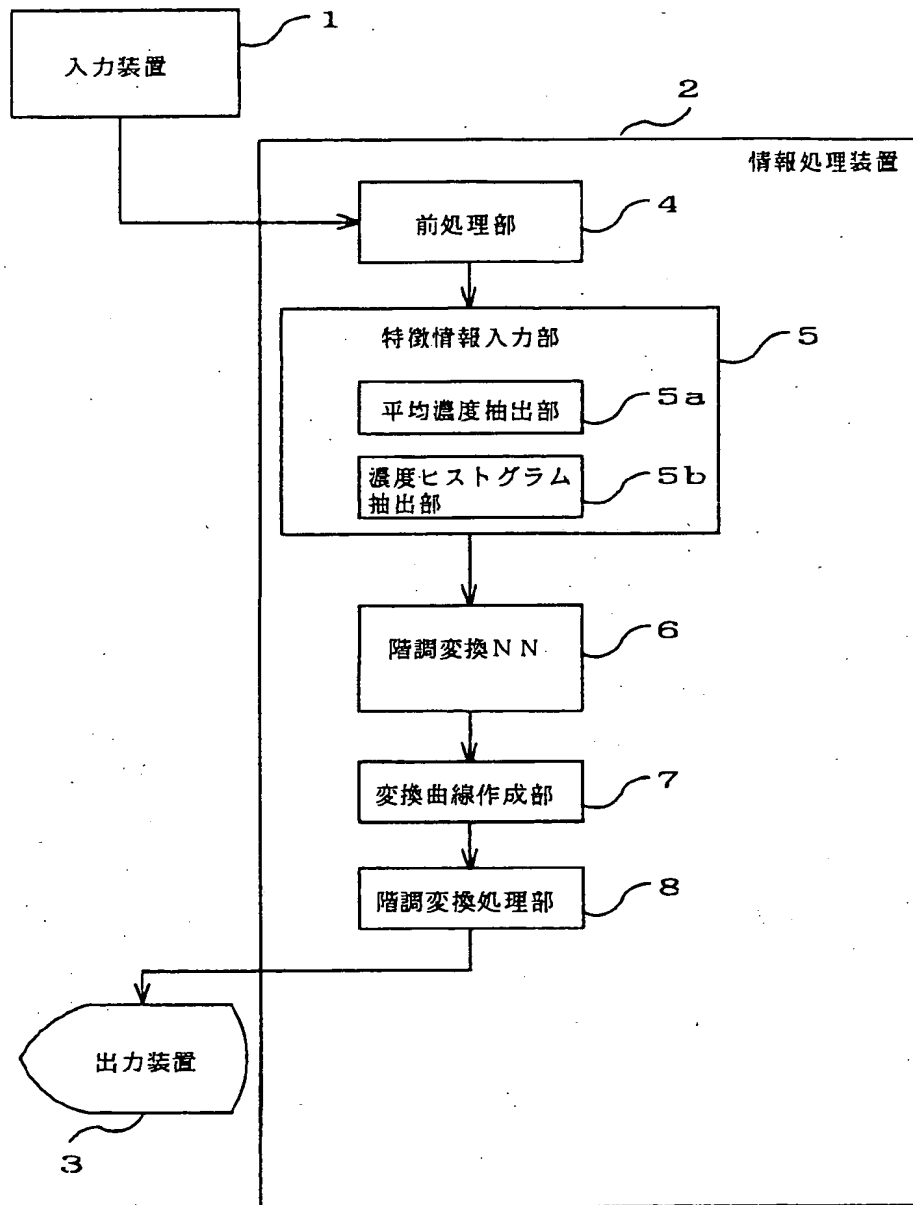
【図4】



【図5】

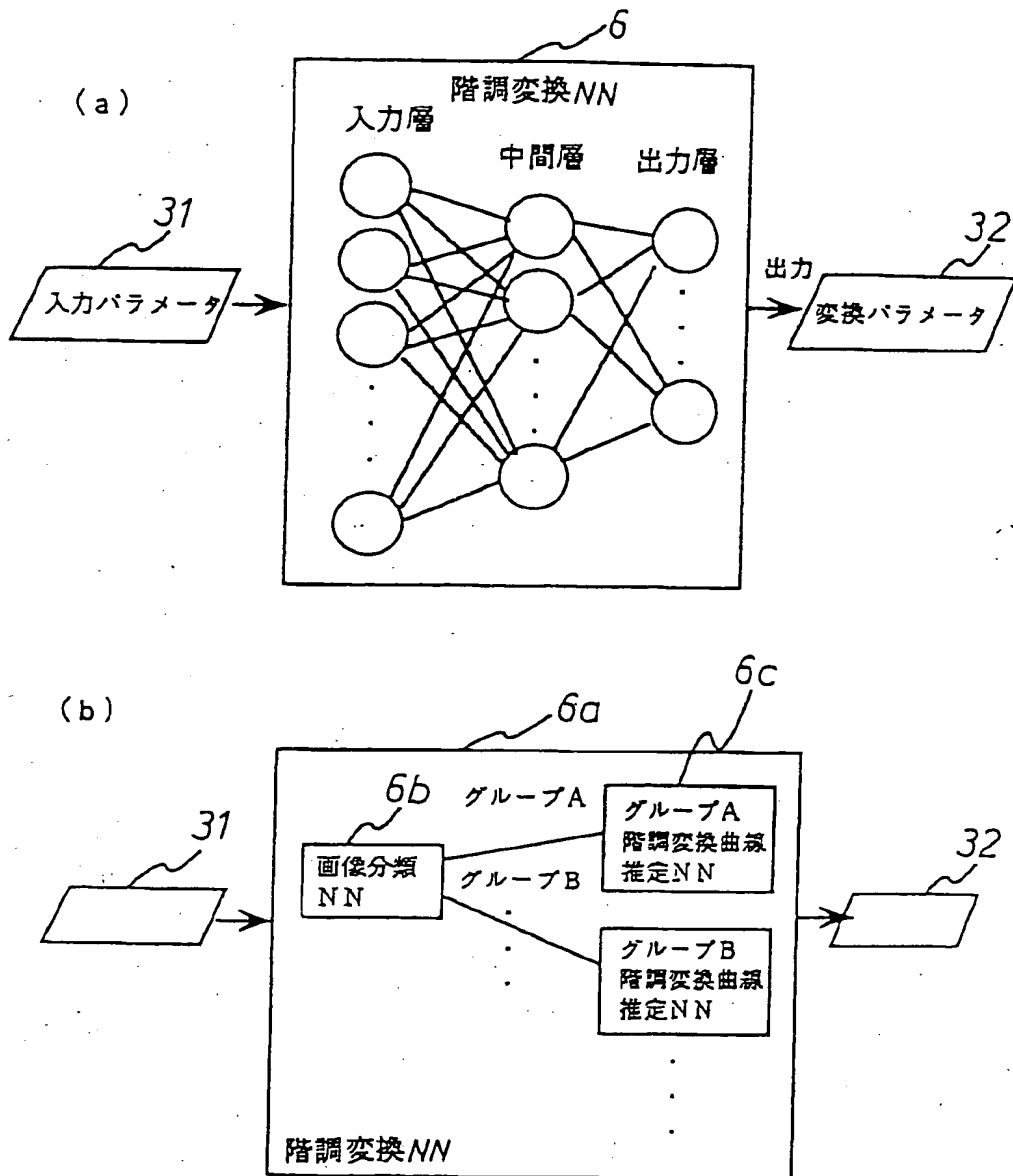


【図1】

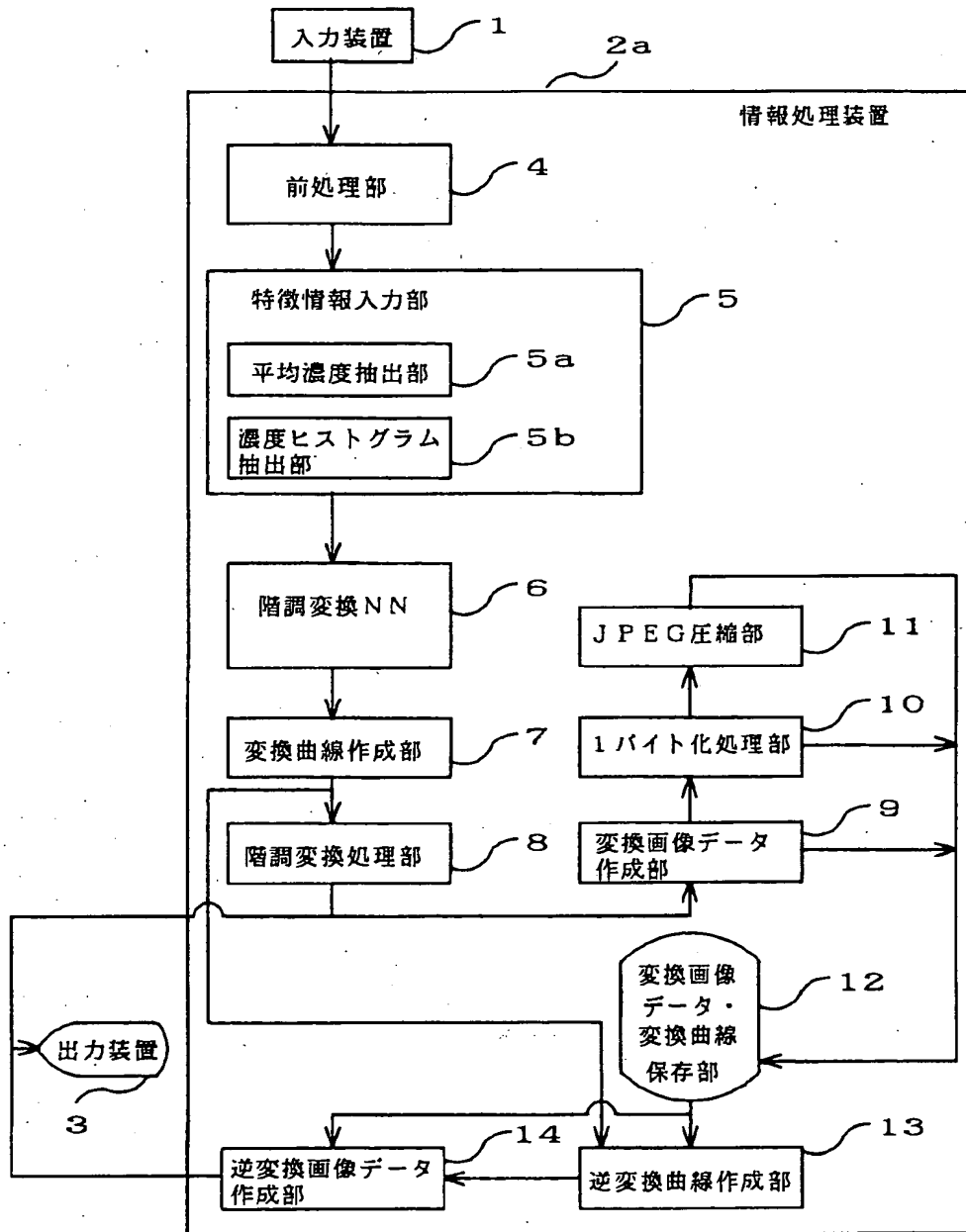




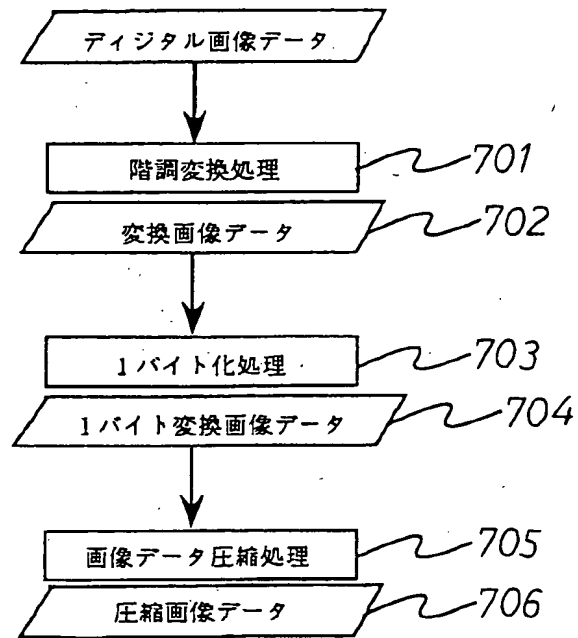
【図3】



【図6】



【図7】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-147099

(43)Date of publication of application : 06.06.1997

(51)Int.Cl.

G06T 5/00  
G06F 15/18  
H04N 1/407

(21)Application number : 07-305694

(71)Applicant : HITACHI LTD  
HITACHI MEDICAL CORP

(22)Date of filing : 24.11.1995

(72)Inventor : BESSHO MITSUKO  
SANO KOICHI

## (54) GRADATION CONVERSION PROCESSING SYSTEM FOR DIGITAL IMAGE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily execute an automatic gradation conversion processing corresponding to many observers and every facility and also to observe a high-resolution gradation conversion image at a remote place, etc., by using a neural network to calculate the parameter that is needed for production of a conversion curve used for the gradation conversion of the digital image.

**SOLUTION:** A gradation conversion NN(neural network) 6 is produced so as to estimate and output a parameter that is used for setting a desired conversion curve when the feature value obtained based on the value set by the features of a digital image, e.g. the density histogram is inputted. When the feature value calculated from the density histogram of the digital image is inputted to the NN 6 thus produced, from a feature input part 5, a proper parameter is estimated for setting a desired conversion curve and outputted. Based on this parameter, a conversion curve production part 7 produces a conversion curve. A gradation conversion processing part 8 applies the gradation conversion to the digital image read by an input device 1 based on the conversion curve produced at the part 7.

